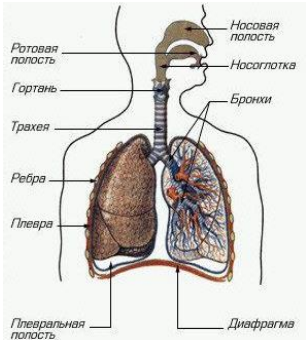
ГБПОУ МО «МОСКОВСКИЙ ОБЛАСТНОЙ МЕДИЦИНСКИЙ КОЛЛЕДЖ №1»
НАРО-ФОМИНСКИЙ ФИЛИАЛ

Дисциплина: АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА
(очно-заочная форма обучения)

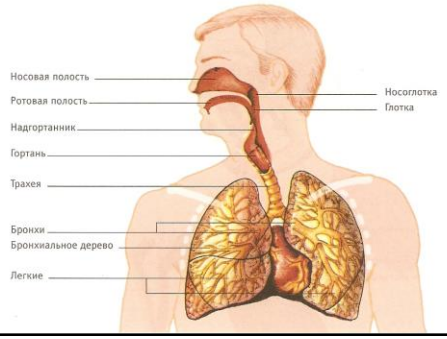
Лекция 5.
Анатомия и физиология дыхательной системы

Преподаватель: кмн Сизова В.В.

Дыхательная система



Дыхательная система объединяет органы, которые выполняют функции:
- воздухоносную (полость рта, носоглотка, гортань, трахея, бронхи)
- дыхательную, или газообменную (легкие).



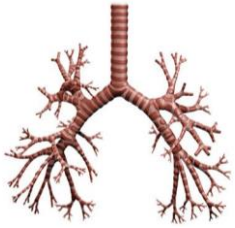
Основная функция органов дыхания — обеспечение газообмена между воздухом и кровью путем диффузии кислорода и углекислого газа через стенки легочных альвеол в кровеносные капилляры

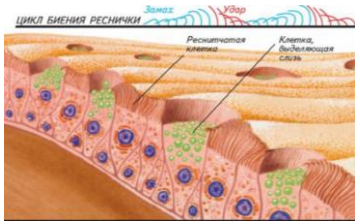
Органы дыхания участвуют
- в звукообразовании,
- определении запаха,
- выработке некоторых гормоноподобных веществ,
- в липидном и водно-солевом обмене,
- в поддержании иммунитета организма.

В воздухоносных путях происходит очищение, увлажнение, согревание вдыхаемого воздуха, а также восприятие температурных и механических раздражителей.

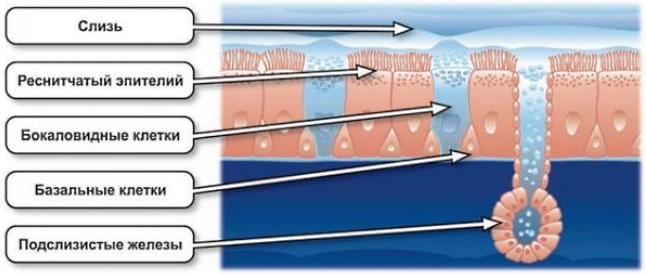
Характерная особенностью строения дыхательных путей – наличие хрящевой основы в их стенках, в результате чего они не спадаются.

Внутренняя поверхность дыхательных путей покрыта слизистой оболочкой, которая выстлана мерцательным эпителием и содержит значительное количество желез, выделяющих слизь. Реснички эпителиальных клеток, двигаясь против ветра, выводят наружу вместе со слизью и инородные тела.





мерцательный эпителий

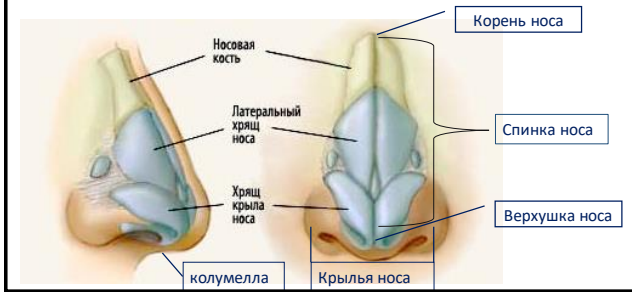


Реснички мерцательного эпителия совершают 10 – 15 движений в секунду, удаляя пыль, отмершие клетки, бактерии.

Наружный нос

nasus externus (греч. — rhis, rhinos), представляет собой выступающее в виде трехгранной пирамиды образование в центральной части лица.

В его строении выделяют: корень, спинку, верхушку и два крыла.



Наружный нос

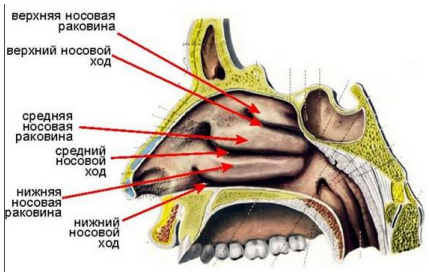
«**Скелет**» наружного носа образуют **носовые кости и лобные отростки верхней челюсти, а так же хрящи носа**:

- латеральный хрящ,
- большой хрящ крыла носа,
- 1-2 малых хряща крыла носа, добавочные носовые хрящи.

Корень носа имеет костный остов. Он отделен от области лба углублением, носящим название «**переносье**».

Крылья имеют хрящевую основу и ограничивают отверстия — **ноздри**.

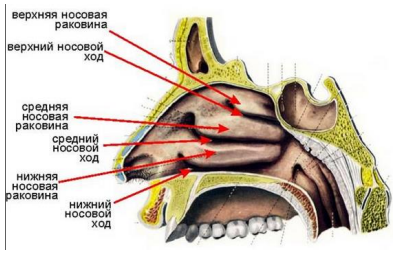
ПОЛОСТЬ НОСА (cavitas nasi)



- Формируется наружным носом и костями лицевого черепа
- Ограниченна 5 стенками (верхней, нижней, 2 латеральные, медиальная)
- Перегородка делит полость носа на две симметричные половины. «Скелет» перегородки составляют: перпендикулярная пластинка решетчатой кости, сошник и хрящ перегородки носа

В полости носа выделяют **преддверие** и **собственно полость носа**. Границей между ними служит **порог носа**. Он представляет собой дугообразную линию на латеральной стенке полости носа, расположенную на расстоянии около 1 см от края ноздрей, и соответствует границе с преддверием, которое **выстлано кожей и покрыто волосами**, которые препятствуют попаданию в дыхательные пути крупных частиц пыли.

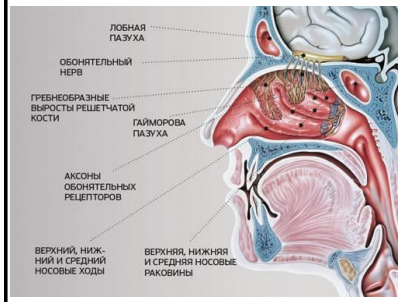
ПОЛОСТЬ НОСА (cavitas nasi)



В полости носа расположены **три носовые раковины** — верхняя, средняя и нижняя. Костную основу первых двух образуют одноименные части решетчатой кости.

Нижняя носовая раковина является самостоятельной костью. Под каждой носовой раковиной расположены соответственно **верхний, средний и нижний носовые ходы**. Между боковым краем носовых раковин и перегородкой носа находится **общий носовой ход**.

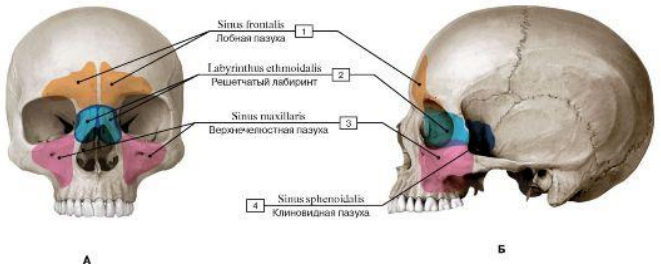
ПОЛОСТЬ НОСА

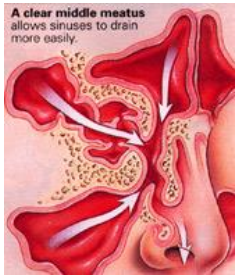


В верхний носовой ход открываются задние пазухи решётчатой кости, и пазуха клиновидной кости;
в средний носовой ход – передние и средние пазухи решётчатой кости, гайморова пазуха и лобная пазуха;

в нижний носовой ход – носослёзный канал.
В верхней носовой раковине, частично в средней, а также в верхнем отд. перегородки располагаются нейросенсорные клетки обоняния

Придаточные пазухи носа (околоносовые синусы)





Воздухоносные пазухи черепа открываются в носовые ходы.

Они облегчают вес черепа и участвуют в голосообразовании как резонаторы.

Функции носовой полости:

- воздухоносная
- кондиционирующая
- защитная
- обонятельная

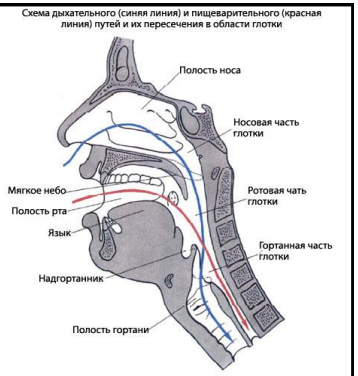
Глотка(pharynx)

Отделы: - ***носоглотка***

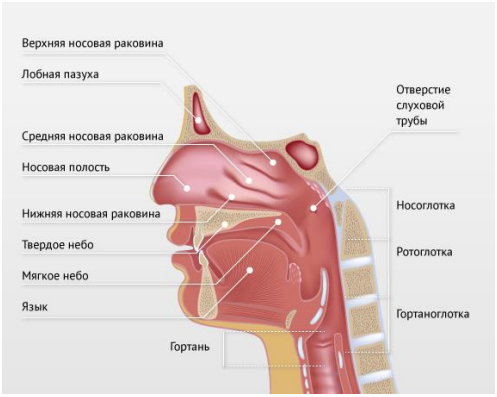
- ротоглотка

- гортаноглотка

- Носовая часть глотки расположена за носовой полостью и сообщается с последней при помощи **хоан**.
- Эпителий носоглотки аналогичен по строению эпителию носовой полости (мерцательный).
- ***Отверстия***:- хоаны(2)
  - зев(1)
  - слуховые трубы(2)
  - пищевод(1)
  - гортань(1)



Значение: - проводит воздух в органы дыхания - проводит пищевой комок в пищевод

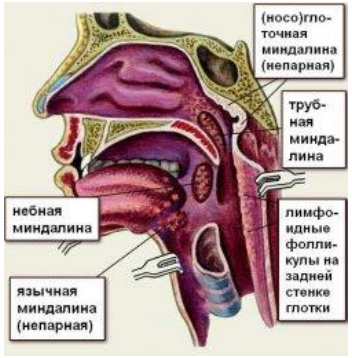


Стенка глотки состоит из **трех оболочек**:

- слизистой,
- мышечной
- адвентициальной

В носоглотку открывается слуховая (Евстахиева) труба, которая сообщает барабанную полость с глоткой. Она служит для вентиляции последней и выравнивания давления в барабанной полости с атмосферным. Поэтому носовое дыхание необходимо для нормального функционирования органа слух

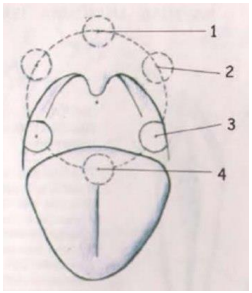
Глоточное кольцо Пирогова— Вальдейера.



В слизистой оболочке глотки расположены специальные лимфоидные образования, относящиеся к иммунной системе, называемые миндалинами:

- ***нёбная миндалина***, tonsilla palatina (парная), расположена между двумя нёбными дужками;
- ***трубная миндалина***, tonsilla tubaria (парная), находится возле выхода в глотку слуховой трубы;
- ***язычная миндалина***, tonsilla lingualis (непарная), лежит на корне языка;
- ***глоточная миндалина***, tonsilla pharyngealis, seu adenoida (непарная), — на верхней стенке глотки.

Глоточное кольцо Пирогова— Вальдейера.



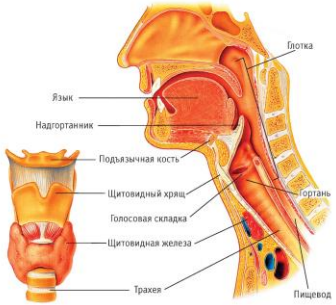
1. Глоточная или аденоидная миндалина
2. Трубная миндалина
3. Небная миндалина
4. Язычная миндалина

Функция кольца — обезвреживание микроорганизмов, попадающих с пищей и воздухом в глотку, а также участие в иммунных процессах.

Снаружи эти органы покрыты слизистой оболочкой, которая погружена в их вещество, образует складки, или миндаликовые крипты. Лимфоидные узелки расположены в веществе миндалин под эпителием и содержат большое количество иммунных клеток — лимфоцитов.

Гортань, larynx

ГОРТАНЬ (larynx)



Расположена на уровне CIV-VII

Функции: дыхание, звукообразование, защита нижних дыхательных путей от инородных частиц

Сверху подвешена к подъязычной кости, внизу соединяется с трахеей

Скелет гортани составляют непарные и парные хрящи:

Основа - гиалиновый **перстневидный хрящ** (соединяется с 1 хрящом трахеи)

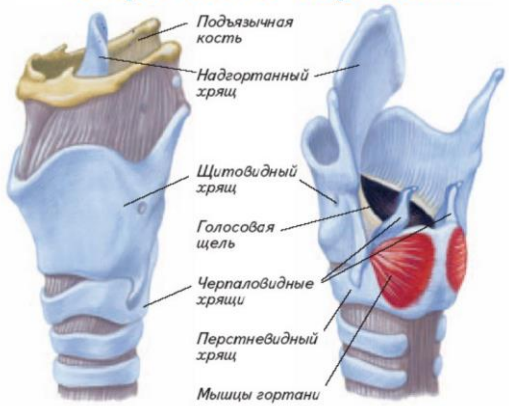
Самый большой – **щитовидный.**

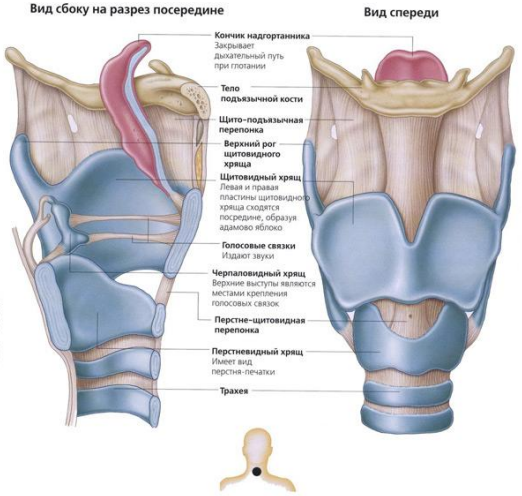
Черпаловидный – парный. От его основания отходит мышечный отросток, к кот. прикрепляются голосовые связки.

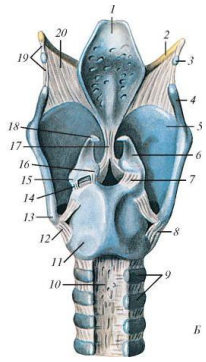
Надгортанник – прикрывает сверху и спереди вход в гортань, перекрывает вход в Гортань во время проглатывания еды

Рожковидный и клиновидный хрящи находятся в толще черпаловидной связки

Строение гортани



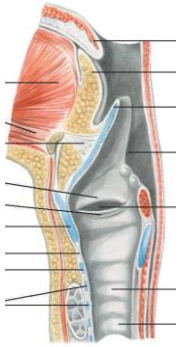




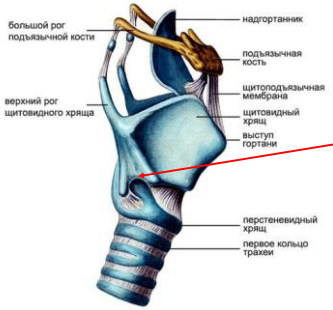
Надгортанник – листовидная изогнутая пластинка; более широкое основание обращено кверху, передняя поверхность – к корню языка, а верхушка опущена книзу, прикреплена к щитовидному хрящу щито-надгортанной связкой, к подъязычной кости – подъязычно-надгортанной.

Не имеет опорной функции и выполняет роль клапана, закрывающего вход в гортань при глотании.

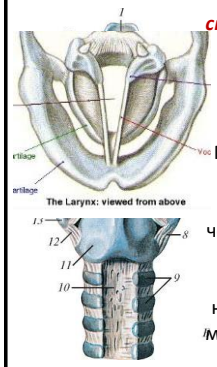
Все хрящи гортани соединяются между собой связками и суставами.



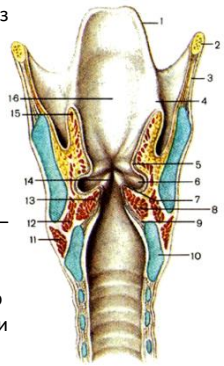
Соединения хрящей гортани



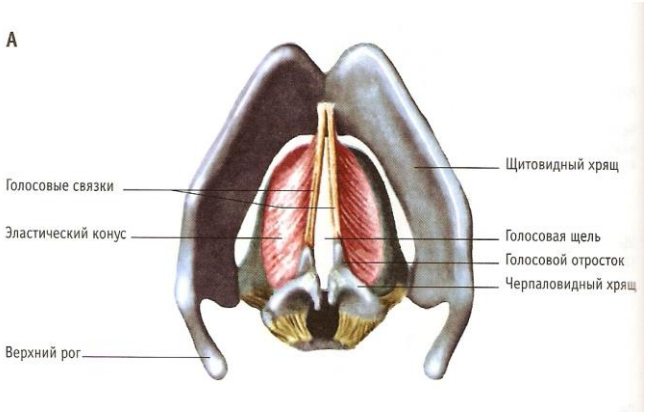
Соединяются между собой с помощью **связок и суставов**. Щитовидный хрящ с перстневидным соединяются с помощью **двух перстнещитовидных суставов**. **Перстнечерпаловидные суставы** расположены между перстневидным хрящом и основаниями черпаловидных хрящей. В этом суставе черпаловидный хрящ вращается вокруг вертикальной оси, что приводит к **расширению** или **сужению голосовой щели**.

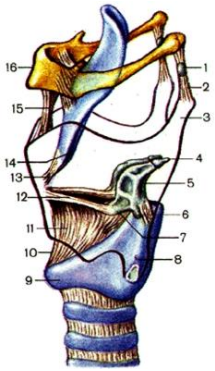


В полости гортани расположены ***голосовые складки***. Толща их состоит из голосовой мышцы, а край образован эластической тканью и называется ***голосовыми связками***. Голосовые связки натянуты между внутренним углом щитовидного хряща и черпаловидными хрящами – горизонтально в переднезаднем направлении. Пространство между голосовыми связками – ***голосовая щель***.

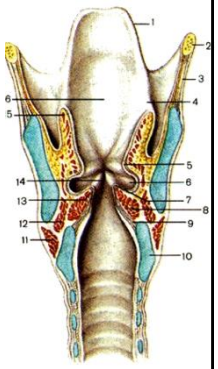


Голосовые связки





Голосовые связки у мужчин длиннее (22-24 мм), чем у женщин (15-18 мм), и толще. Выше голосовых складок расположены ***преддверные складки***. Между голосовой и преддверной складками на каждой боковой стенке гортани имеется углубление – ***желудочек гортани*** (рудимент голосовых мешков-резонаторов).



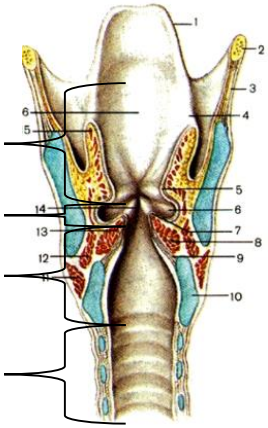
В полости гортани различают **три отдела**: преддверие, межжелудочковый отдел и подголосовую полость

Преддверие

Межжелудочковый отдел

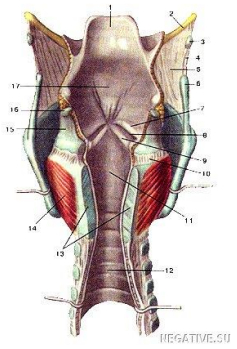
Подголосовая полость

Начало трахеи



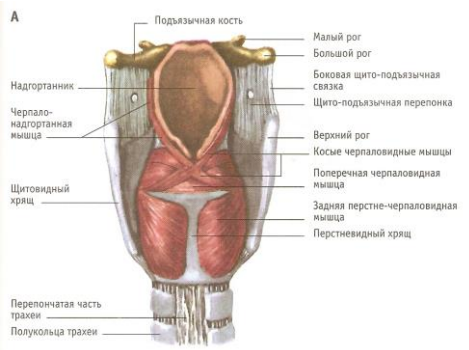
Гортань(larynx)

- **Функции:**
  - **Проведение воздуха**
  - **Согревание воздуха**
  - **Увлажнение воздуха**
  - **Очищение воздуха**
  - **Голосообразование**
- ***Ларингит – воспаление слизистой гортани***



Мышцы гортани

— поперечнополосатые и сокращаются произвольно. Их классифицируют на скелетные и собственные. Скелетные мышцы гортани перемещают ее вверх или вниз при глотании и образовании голоса.



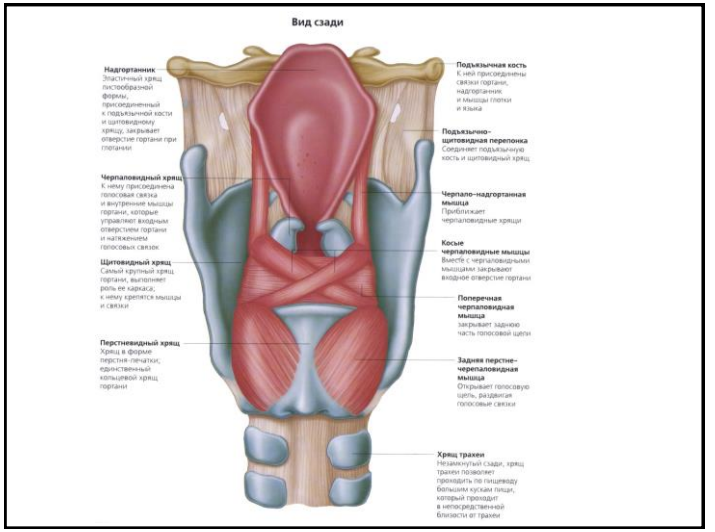
Собственные мышцы гортани по функции подразделяют на четыре группы:

1) **мышцы, влияющие на ширину входа в гортань**: черпалонадгортанная мышца, которая закрывает вход в гортань;

2) **мышцы, влияющие на положение надгортанника:** щитонадгортанная мышца, поднимающая надгортанник;

3) **мышцы, влияющие на ширину голосовой щели**:
- расширяющая (задняя перстнечерпаловидная);
- суживающие (боковая перстнечерпаловидная, щиточерпаловидная; поперечная и косая черпаловидные мышцы);

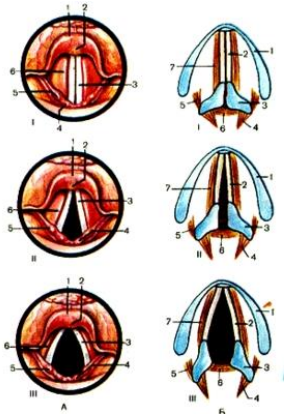
4) **мышцы, влияющие на состояние голосовой связки:**
- напрягающие (перстнещитовидная мышца);
- расслабляющие (голосовая мышца).



Механизм голосообразования

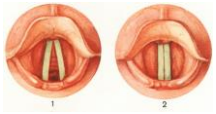
- Гортань функционирует как язычковый духовой музыкальный инструмент. Звук возникает при колебании голосовых связок под воздействием струи воздуха из нижележащих отделов дыхательной трубки.
- Тембр звука (богатство обертонов) определяется резонирующими аппаратами.
- Резонаторы у человека: пространство гортани (желудочки), глотка, ротовая и носовая полости.
- Полостные резонаторы: околоносовые пазухи.

Мышцы гортани



Регулируют давление воздуха, ширину голосовой щели и натяжение связок, то есть управляют силой звука и его высотой.

1. Напрягатели голосовых связок: голосовая мышца.
2. Расширители голосовой щели: задняя перстнечерпаловидная (4).
3. Суживатели голосовой щели: поперечная черпаловидная (6).



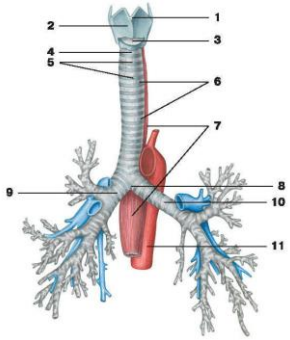
Во время дыхания голосовая щель открыта, при фонации – сомкнута.

- У курильщиков под влиянием высокой температуры дыма возникает отек, утолщение голосовых связок, что делает голос хриплым.
- С возрастом (после 20-50 лет) хрящи гортани окостеневают. При этом голос теряет гибкость и приобретает хриплый, скрипучий оттенок.
- Сами по себе звуки, создаваемые колебанием голосовых связок, относительно тихие, невыразительные и «плоские». Неповторимый тембр дают резонаторы.

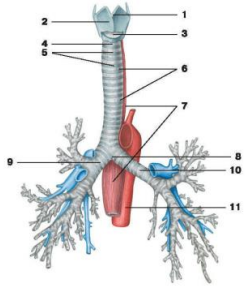
Трахея

***Трахея* (trachea)** — непарный орган, через который воздух поступает в легкие и наоборот

- Цилиндрическая трубка.
- Состоит из 16-20 хрящевых полуколец, соединенных фиброзными связками
- Длина 9-15 см, диаметр 15-18 мм
- Начинается на уровне 6-7 шейного позвонка
- Раздваивается на 2 бронха на уровне 4-5 грудного позвонка (**бифуркация**)
- Задняя стенка трахеи перепончатая
- В области бифуркации в просвет трахеи в сагиттальной плоскости выступает ***киль трахеи*** – обеспечивает аэродинамический эффект.



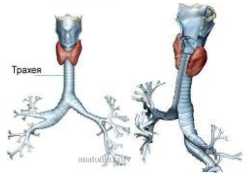
Трахея (trachea)

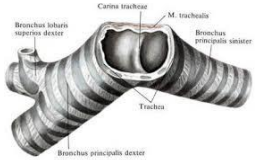


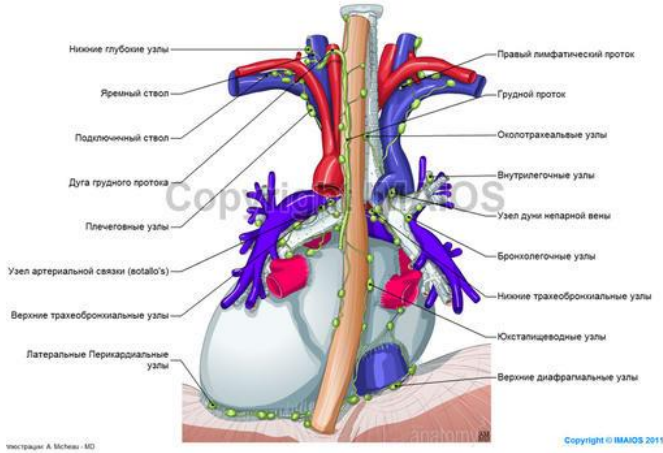
Различают шейную и грудную части.

В шейной части спереди находятся щитовидная ж., сзади – пищевод, по бокам – общая сонная артерия, внутренняя яремная вена, блуждающий нерв.

Грудная часть – спереди дуга аорты, плечеголовной ствол, левая плечеголовная вена, общая сонная артерия и тимус.

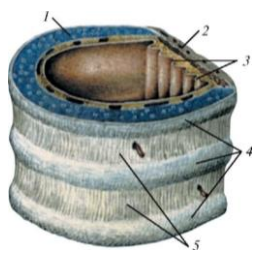


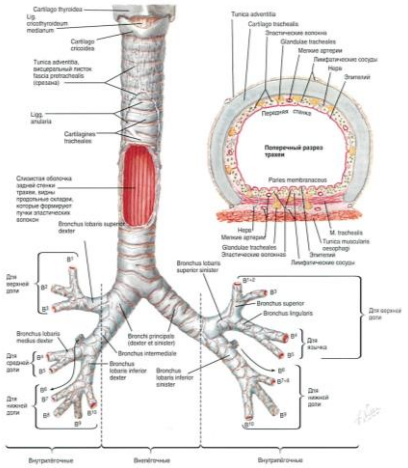




Строение стенки трахеи

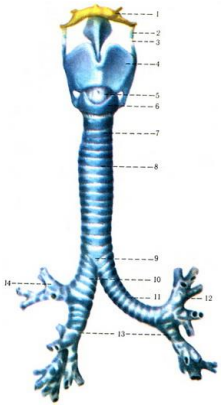
Слизистая оболочка	• Покрыта многорядным мерцательным эпителием с большим количеством бокаловидных клеток.
Подслизистая основа	• Смешанные серозно-слизистые железы, их выводные протоки открываются на поверхности слизистой.
Волокнисто-мышечно-хрящевая оболочка	• 16-20 гиалиновых хрящей в виде полуколец (на ¼ окружности не сходятся сзади). • Полукольца соединены между собой кольцевыми связками. • Плотная волокнистая соединительная ткань, гладкие миоциты.
Адвентициальная оболочка	• Плотная волокнистая соединительная ткань.



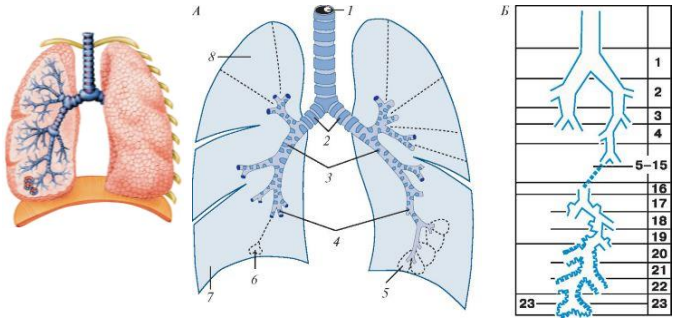


Фрагмент (участок) трахеи,
вид сбоку и сверху:
1 - фиброзно-хрящевая оболочка
2 - перепончатая стенка;
3 - продольные складки;
4 - хрящи трахеи;
5 - кольцевые связки

Бронхи

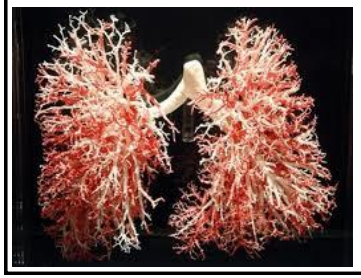


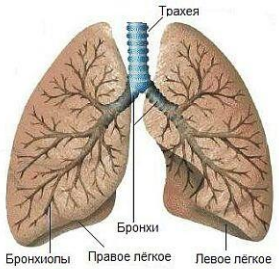
Главные бронхи (правый и левый) отходят от места бифуркации под разными углами: правый ≈ 20°, левый ≈ 35°.
Правый бронх короче и шире левого, является как бы продолжением трахеи.
Главные бронхи расположены за пределами легочной ткани.

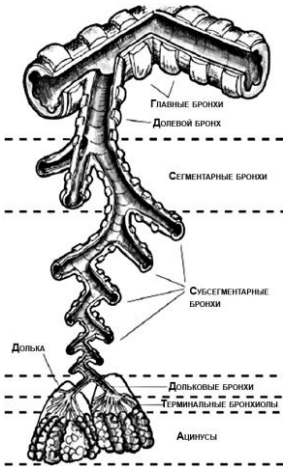


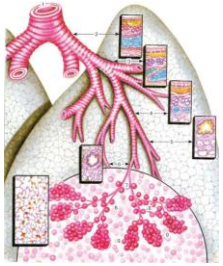
Ветви главных бронхов расположены уже внутри легкого. Бронхи 2-го порядка – ***долевые***. Правый бронх образует 3 долевых бронха, левый – 2. Бронхи 3-го порядка – ***сегментарные***, и далее до 24-го уровня ветвления. Просвет бронхов постепенно уменьшается, многочисленные ветвления образуют ***бронхиальное дерево.***

Наиболее мелкие бронхи диаметром 1-2 мм распадаются на бронхиолы (диаметром менее 1 мм) и далее на терминальные (концевые) бронхиолы диаметром около 0,5 мм.









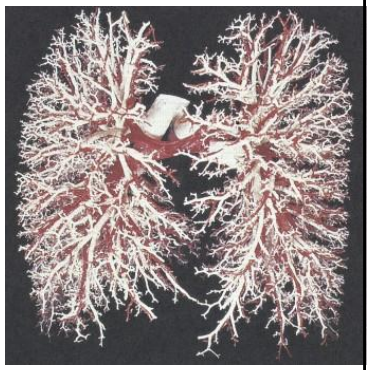
По мере уменьшения калибра бронхов меняется строение их стенки: уменьшается хрящевой и увеличивается мышечный компонент. Гиалиновые хрящи, хорошо выраженные в главных бронхах, постепенно уменьшаются и в бронхиолах исчезают.

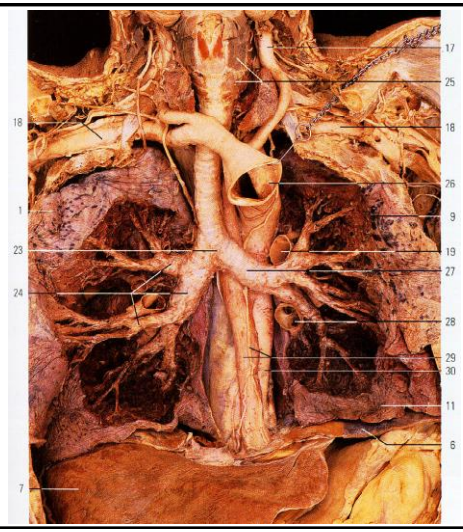
Бронхи (bronchi)

Функци:

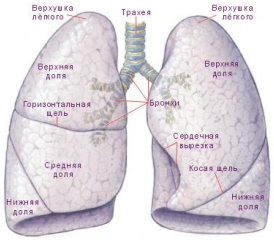
- проведение воздуха
- Согревание, увлажнение и очищение воздуха

- ***Бронхит – воспаление слизистой бронхов***





Легкие, pulmones

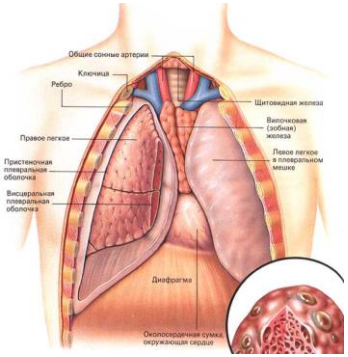


Легкие – респираторный отдел дыхательной системы, где и происходит газообмен.
Образованы мягкой эластичной тканью ячеистого строения.
Вес 1 легкого около 0,5-0,6 кг.
Вместимость – до 6,3 л воздуха (у мужчин).

В эмбриогенезе легкие возникают в виде вентрального выпячивания дна глотки.
У млекопитающих с высокой активностью и большей потребностью в кислороде площадь дыхательной поверхности должна увеличиться. Это происходит за счет усложнения их внутренней дифференцировки.

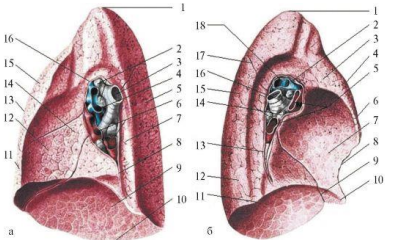
Легкие (pulmones)

- Парны органы в виде полых мешков, имеющих ячеистое строение
- Имеют **три поверхности**: реберная, диафрагмальная, медиальная
- На медиальной поверхности расположены **ворота легкого**



Ворота лёгких -

место, через которое бронх и лёгочная артерия входят в лёгкое, а 2 легочные вены выходят



Медиальные поверхности и ворота легких (из: Синельников Р.Д., 1979)
а - левое легкое: 1 - верхушка легкого; 2 - бронхопульмональные лимфатические узлы; 3 - правый главный бронх; 4 - правая легочная артерия; 5 - реберная поверхность; 6 - правые легочные вены; 7 - позвоночная часть; 8 - легочная связка; 9 - диафрагмальная поверхность; 10 - нижний край; 11 - средняя доля; 12 - сердечное вдавление; 13 - передний край; 14 - медиастинальная часть; 15 - верхняя доля; 16 - место пересечения плевры;
б - правое легкое: 1 - верхушка легкого; 2 - место пересечения плевры; 3 - медиастинальная часть; 4 - верхняя доля; 5 - левые легочные вены; 6 - верхняя доля; 7 - сердечное вдавление; 8 - сердечная вырезка; 9, 17 - косая вырезка; 10 - язычок левого легкого; 11 - нижний край; 12 - нижняя доля; 13 - легочная связка; 14 - бронхопульмональные лимфатические узлы; 15 - реберная поверхность; 16 - левый главный бронх; 18 - левая легочная артерия

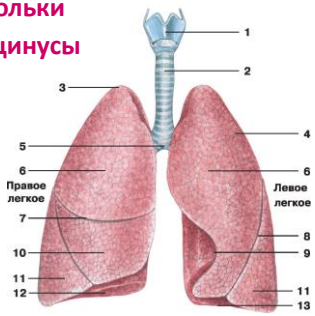
Легкие (pulmones)

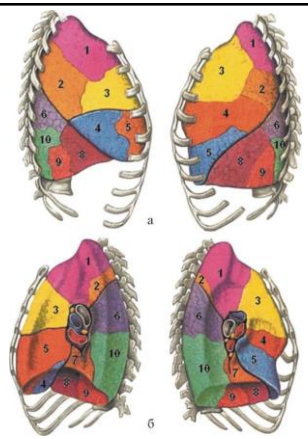
- В лёгких выделяют **доли**:
  в правом – 3
  в левом -2

сегменты (по 10 в каждом лёгком)

дольки

ацинусы

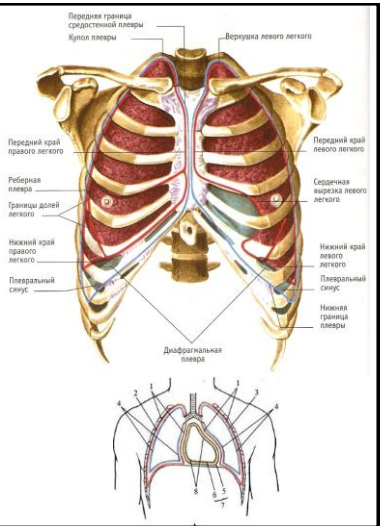




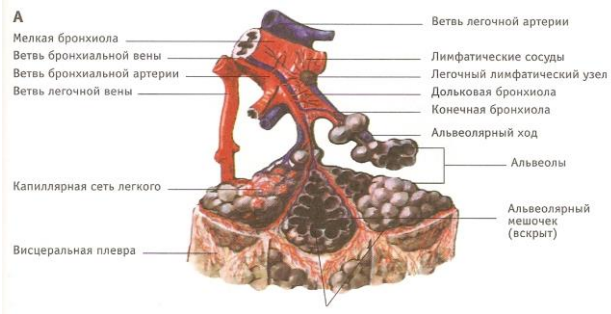
Сегменты легких

Границы лёгких

- **Верхушки легких** расположены на 2-3 см выше ключицы
- **Передняя граница *левого* лёгкого**: от верхушки легкого вниз по окологрудинной линии до уровня 4 ребра.
  От 4 до 5ребра косо вниз, влево.
  От 5 до 6 вертикально вниз
  (Образуя сердечную вырезку)
- **Нижняя граница:**
  По среднеключичной линии – 6 ребро, по средней подмышечной линии – 8 ребро, по лопаточной линии - 10 ребро, по околопозвоночной линии -11-12 ребро
- **Задняя граница:** по околопозвоночным линиям



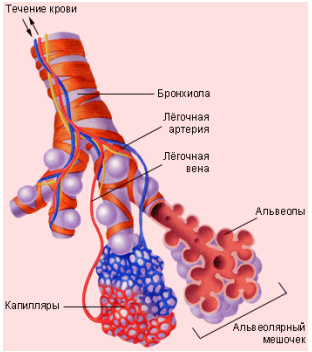
Единицей строения легкого является ацинус, состоящий из альвеол – легочных пузырьков



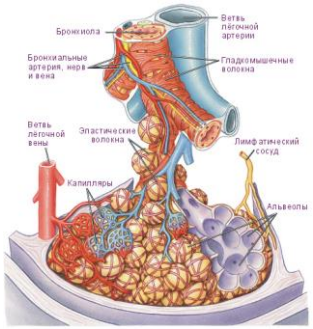
Каждая бронхиола входит в легочную дольку, ветвится и образует терминальные бронхиолы, их концы расширяются в альвеолярные ходы, а стенки образуют многочисленные выпячивания – альвеолы.

Ацинус – одна концевая бронхиола с её разветвлениями

- **Ацинус –** структурная и функциональная единица легкого**.**
- Диаметр альвеол 0,1-0,3 мм. В 1 легком в среднем 375 млн. альвеол
- **Дыхательная поверхность легкого при вдохе 120 м^2, при выдохе – 40 м^2**

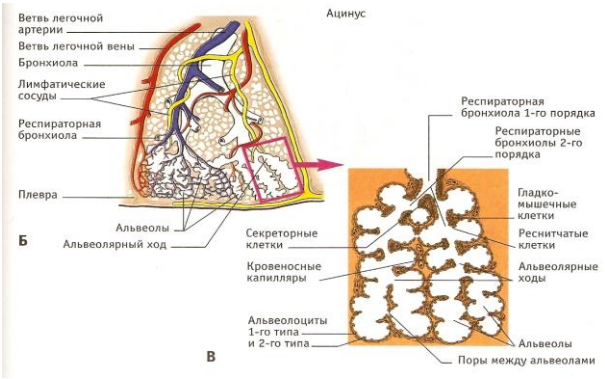


Строение альвеол

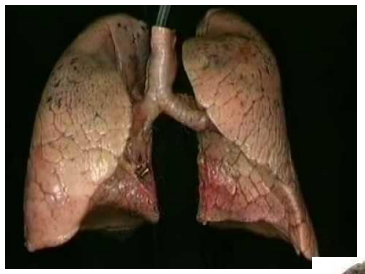


- ***Альвеолы*** – выпячивания в виде пузырьков, внутренняя поверхность которых выстлана однослойным плоским эпителием, расположенным на сети эластических волокон и оплетенным снаружи капиллярами.

Кровоснабжение долек легкого

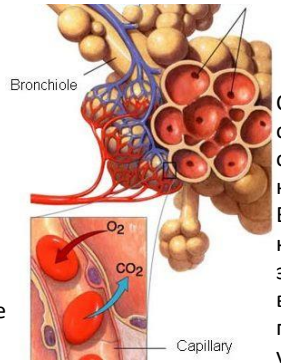


Строение ацинуса



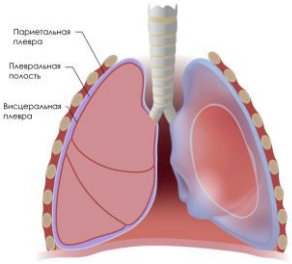
Цвет легких у детей розовый, у взрослых – серый. В легких, даже спавшихся, всегда остается воздух, поэтому они не тонут в воде.

Стенки бронхиол выстланы цилиндрическим мерцательным эпителием, в среднем слое – эластические волокна и гладкие миоциты.



Стенки альвеол очень тонкие, густо оплетены капиллярами. В стенках альвеол находятся эластические волокна, придающие упругость.

Плевра (pleura)

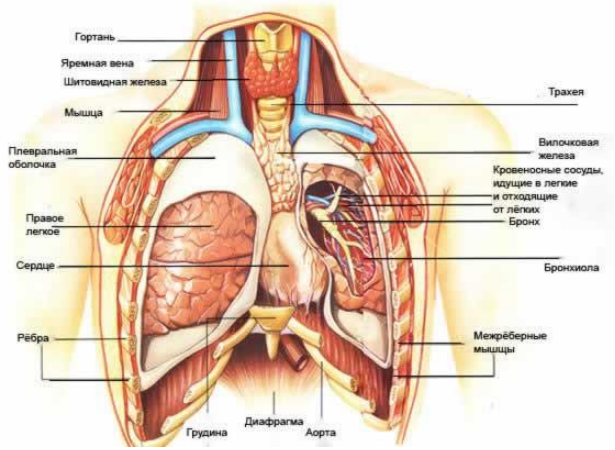


- **– тонкая гладкая серозная оболочка образует вокруг легких два замкнутых плевральных мешка**
- **<u>Висцеральная плевра</u> прилегает к наружной поверхности легких**

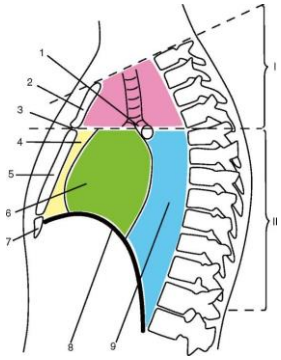
<u>Париетальная плевра</u> прирастает к стенкам грудной полости

<u>Плевральная щель</u> – пространство между висцеральной и париетальной плеврами. Полость заполнена жидкостью (2-5 мл).

Средостение, mediastinum

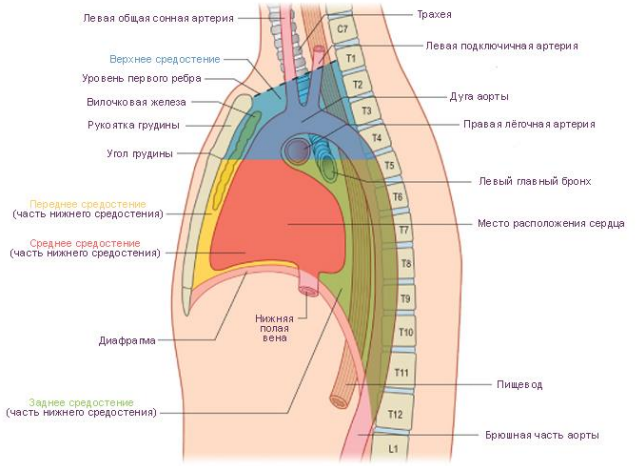


Средостение, mediastinum

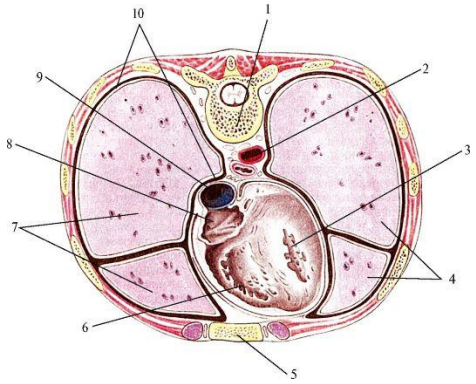


Это заполненное органами пространство между правой и левой плевральными полостями.
Средостение и его отделы (схема):
I - верхнее средостение;
II - нижнее средостение;
4 - переднее средостение;
6 - среднее средостение;
9 - заднее средостение.
Все органы средостения окружены рыхлой жировой клетчаткой.

Средостение, mediastinum



Органы средостения на поперечном разрезе грудной клетки на уровне 9 грудного позвонка. Вид сверху.



1 - тело IX грудного позвонка, 2 - грудная часть аорты, 3 - левый желудочек сердца, 4 - левое легкое, 5 - грудина, 6 - правый желудочек сердца, 7 - правое легкое, 8 - правое предсердие, 9 - нижняя полая вена, 10 - плевральная полость.

Дыхание – совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода, его использование в окислительно-восстановительных реакциях и удаление из организма углекислого газа и воды

Функциональная дыхательная система слагается из следующих элементов:

- Внешнее или легочное дыхание, осуществляющее газообмен между внешней средой организма и альвеолами легких
- Диффузия газов в легких (обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью
- Транспорт газов кровью
- Диффузия газов в ткани (обмен газов между кровью и тканью)
- Внутреннее или тканевое дыхание (потребление кислорода и выделение углекислого газа клетками организма)

Транспортная система дыхания

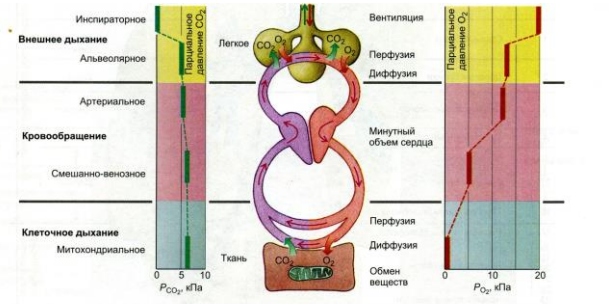
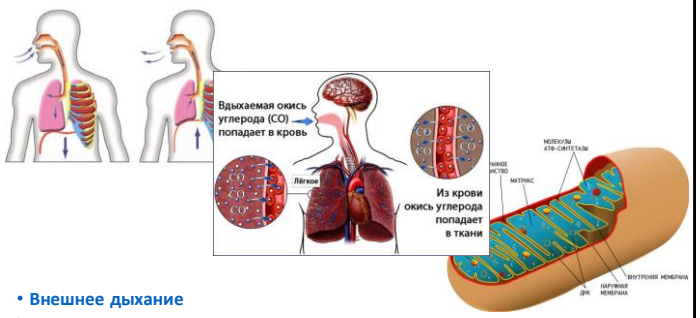


Рис. 63.1. Транспортная система дыхания, включающая системы внешнего дыхания, кровообращения и клеточного дыхания. Важнейшими составляющими транспортной системы для внешнего дыхания являются вентиляция, диффузия и перфузия; для кровообращения — сердечно-временной (минутный) объем (и транспортные свойства крови для O_2 и CO_2); для клеточного дыхания — кровоснабжение ткани, диффузия и обмен веществ (потребление O_2, образование CO_2). Вдоль этой транспортной цепи парциальное давление CO_2 (P_{CO_2}, слева) повышается, а парциальное давление O_2 (P_{O_2}, справа) снижается

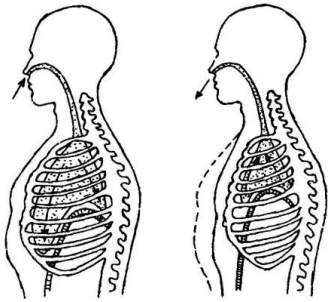
Этапы дыхания



- **Внешнее дыхание**
  - Обмен газов между атмосферным и альвеолярным воздухом
  - **Транспорт газов кровью**
- **Тканевое дыхание**
  - Обмен газов между кровью и тканями
  - Клеточное дыхание

Биомеханика дыхательного акта

Частота дыхания (ЧД) в покое составляет 14-18 в минуту и обеспечивается дыхательными мышцами. Учащенное дыхание называют **тахипноэ**, а редкое — **брадипноэ**.



Структура системы внешнего дыхания включает:

- Воздухопроводящие пути
- Костно-мышечный каркас грудной клетки
- Плевру, покрывающую легкие
- Дыхательную мускулатуру (диафрагма, межреберные мышцы)
- Малый круг кровообращения
- Нейрогуморальный аппарат регуляции

Разветвление дыхательных путей

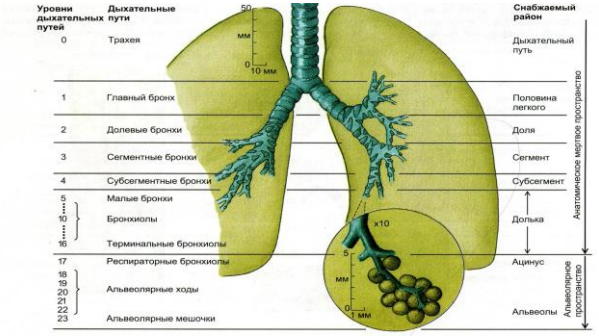
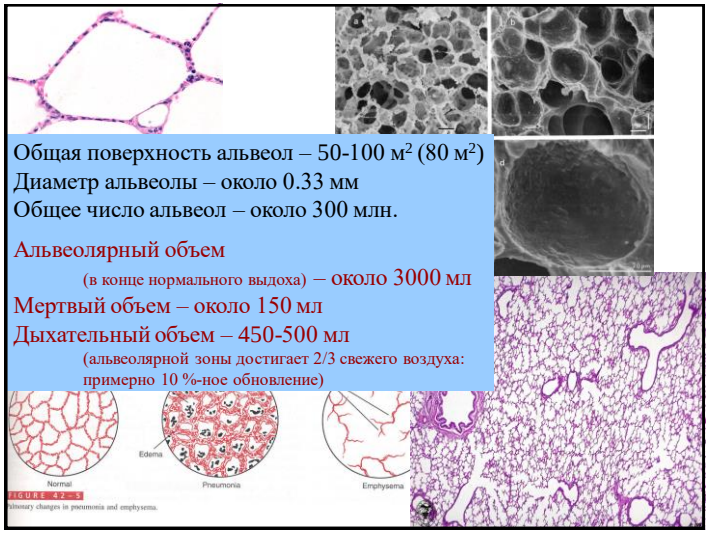


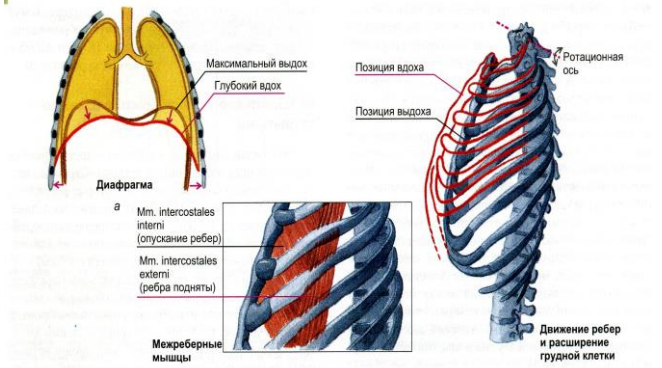
Рис. 63.3. Разветвление дыхательных путей. Ацинус — область дыхательных путей, состоящая из терминальных бронхиол, которые несут альвеолы. Проксимально лежащие дыхательные пути выполняют воздухопроводящую функцию (анатомическое мертвое пространство). Следует обратить внимание на десятикратно увеличенный масштаб изображения периферических дыхательных путей



Общая поверхность альвеол – 50-100 м^2 (80 м^2)
Диаметр альвеолы – около 0.33 мм
Общее число альвеол – около 300 млн.

Альвеолярный объем
(в конце нормального выдоха) – около 3000 мл
Мертвый объем – около 150 мл
Дыхательный объем – 450-500 мл
(альвеолярной зоны достигает 2/3 свежего воздуха: примерно 10 %-ное обновление)

Костно-мышечный каркас грудной клетки



Действие дыхательных мышц: диафрагмы и межреберных

Рис. 66.5. Действие дыхательных мышц. (а) При движении вниз диафрагмы грудная клетка увеличивает свой объем. Одновременно это движение вниз вызывает поднятие нижних краев ребер, что существенно расширяет пространство грудной клетки. (б) Под влиянием импульсов из ЦНС наружные межреберные мышцы (mm. intercostales externi) сокращаются и поднимают ребра. Одновременно на основе косой ротационной оси ребер на позвонках как сагиттальный, так и трансверсальный диаметры грудной клетки увеличиваются (в), следовательно, эти мышцы служат инспирации. Внутренние межреберные мышцы (mm. intercostales interni) способствуют выдоху

Дыхательные мышцы как двигатель вентиляции

Сокращение диафрагмы и наружных межреберных мышц

↓

Подъем концов ребер, выдвижение грудины вперед, опускание купола диафрагмы

↓

Растяжение легких

↓

ВДОХ
(активный)

Расслабление диафрагмы и наружных межреберных мышц

↓

Опускание концов ребер и грудины, подъем купола диафрагмы

↓

Сокращение грудной клетки и объема легких

↓

ВЫДОХ
(пассивный в норме)

Легочные объемы

- **Дыхательный объем** - количество воздуха, поступающего и выходящего из легких при спокойном дыхании – 500 см^3.
- **Резервный объем вдоха** - количество воздуха, которое можно вдохнуть после спокойного вдоха -1500-2500 см^3.
- **Резервный объем выдоха** – количество воздуха, которое можно выдохнуть после обычного выдоха – 1500 см^3.
- **Жизненная емкость легких** – сумма объемов дыхательного, резервного вдоха и резервного выдоха – 3500-4500 см^3.
- **Остаточный объем** - количество воздуха, остающееся в легких и дыхательных путях после самого глубокого выдоха – 1500 см^3.
- **Легочная вентиляция** – количество воздуха, проходящего за 1 мин через легкие – 7000 см^3.

Нормальные показатели внешнего дыхания:

1. ДО (дыхательный объём) – вдох и выдох в состоянии покоя = 300-50мл.

2. РОВд (резервный объем вдоха) – усиленный вдох, после спокойного вдоха = 1500-2500мл до 3,5л.

3. РОВыд (резервный объём выдоха) = 1200-1500мл.

4. ЖЕЛ (жизненная емкость легких) = ДО + РОВд + РОВыд = 500+2500+1500= 4,5л (у мужчин) или 3-3,5л (у женщин).

5. ОО (остаточный объём) – объем, который содержится в мертвом пространстве (это воздух, который находится бронхах и не участвует в газообмене) = 1000-1500мл.

6. ФОЕ (функциональная остаточная емкость) = РОВыд + ОО ≈ 2,5л.

7. ОЕЛ (общая емкость легких) = ЖЕЛ + ОО = 6л.

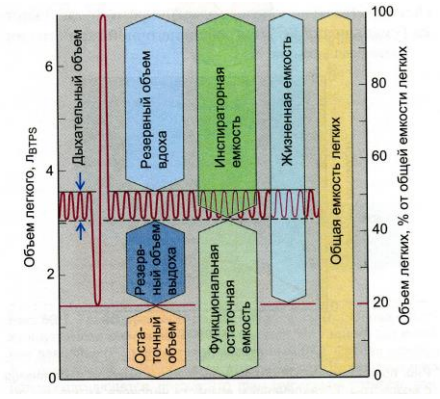
ЧДД = 16-20 раз/мин.

8. МО (минутный объем) – V воздуха, проходящий через легкие в 1 минуту (вентиляция легких) = 5-8 л/мин.

9. МВЛ (максимальная вентиляция легких) = ЖЕЛ *ЧДД.

10. МОД (минутный объём легких) = ДО*ЧДД.

Легочные объемы. Из спирометрических измерений и измерения остаточного объема получаются легочные объемы. Левая ордината для здорового легкого молодого мужчины; правая ордината: объемы легкого в процентах общей ёмкости легкого.



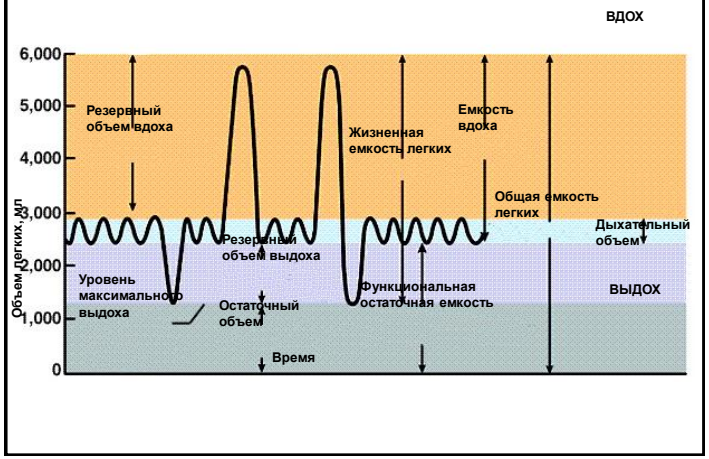
Общая емкость = жизненная емкость + остаточный V (определяется методом разведения чужеродного газа)

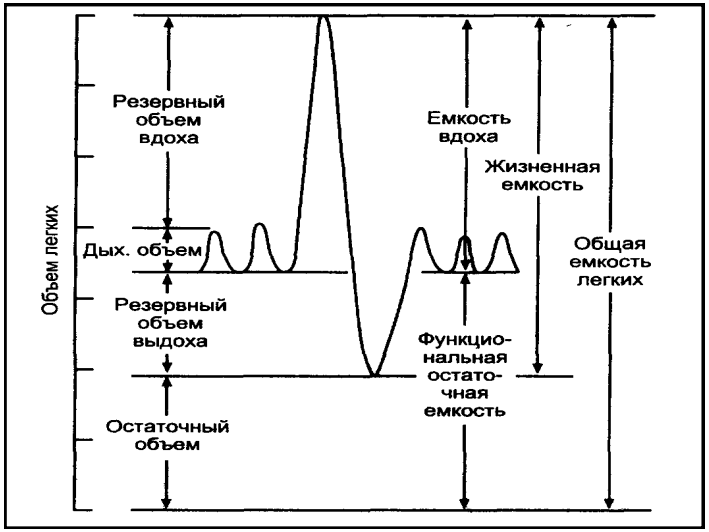
Жизненная емкость = дыхательный V + резервн. V вдоха + резервн. V выдоха

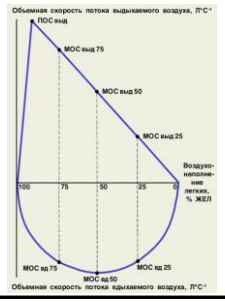
Остаточный V + резервн. V выдоха = функциональная остаточная емкость

Дыхательный V + резервн. V вдоха = инспир. емкость

Дыхательные объемы и емкости







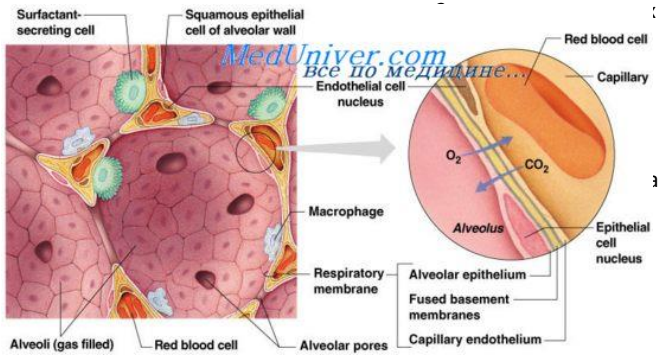
Спирография — метод графической регистрации изменений легочных объемов при выполнении естественных дыхательных движений и волевых форсированных дыхательных маневров. Спирография позволяет получить ряд показателей, которые описывают вентиляцию легких. В первую очередь, это **статические объемы и емкости, которые характеризуют упругие свойства легких и грудной стенки**, а также динамические показатели, которые определяют количество воздуха, вентилируемого через дыхательные пути во время вдоха и выдоха за единицу времени.

Пневмотахография — это метод исследования легких с помощью регистрации **объемной скорости потока вдыхаемого и выдыхаемого воздуха**. Измеряются эти показатели как при спокойном, так и при форсированном дыхании

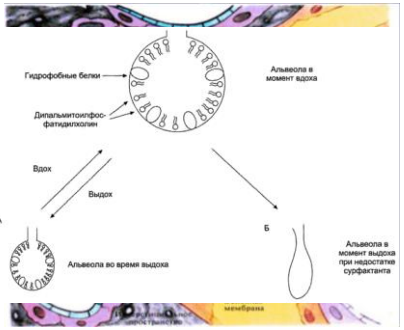
ГАЗООБМЕН

- Обмен газов между воздухом и кровью происходит путем диффузии через альвеоло-капиллярный барьер под влиянием разницы парциальных давлений между альвеолярным воздухом и кровью, поступающей в легочные капилляры.
- Кислород и углекислый газ далее транспортируются по всему большому кругу кровообращения.
- В мышцах или внутренних органах сосудистое русло вновь разделяется на капилляры, и происходит обратный процесс – диффузия кислорода и углекислого газа в обратном направлении, по градиенту парциальных давления. Из тканей выводится избыточное количество углекислого газа, а из эритроцитов крови в ткани поступает необходимое количество кислорода

Строение стенки альвеолы



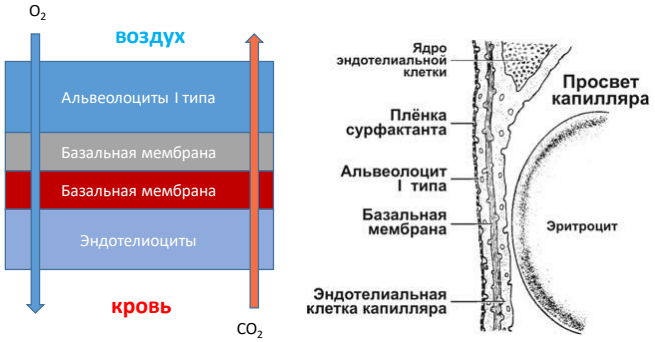
Сурфактант



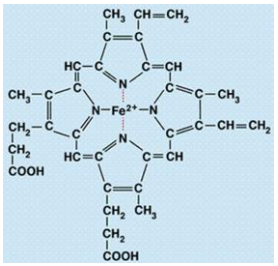
Это вещество липидной природы. Покрывает внутреннюю поверхность альвеол в виде тонкой пленки (поверхностно-активное вещество). Уменьшает поверхностное натяжение на границе газ-жидкость, то есть не позволяет альвеолам склеиваться в отсутствие воздуха.

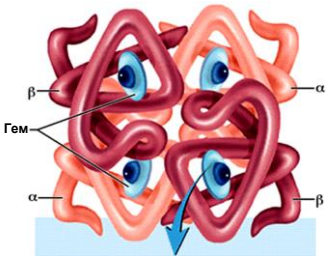
Диффузия газов.

Аэрогематический барьер



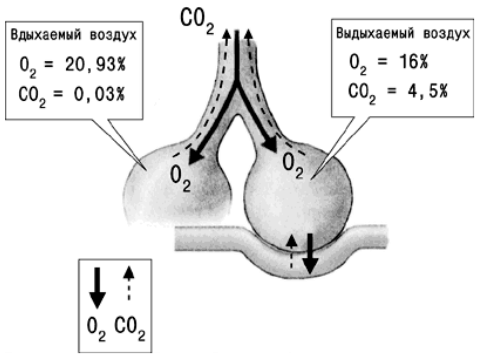
Толщина барьера: 0,5 мкм. Базальные мембраны во многих участках сливаются друг с другом.





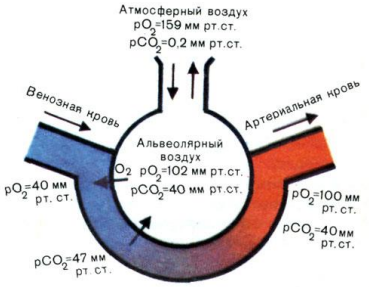
Строение гемоглобина

Изменение химического состава воздуха при дыхании



Транспорт газов кровью

- Кислород и углекислый газ частично переносятся в крови в физически растворенном виде.
- Большая часть кислорода в эритроцитах обратимо связана с гемоглобином до **оксигемоглобина.**



- Химически связанный углекислый газ транспортируется в крови в форме **карбгемоглобин и** растворенного **бикарбоната.**

Транспорт газов кровью

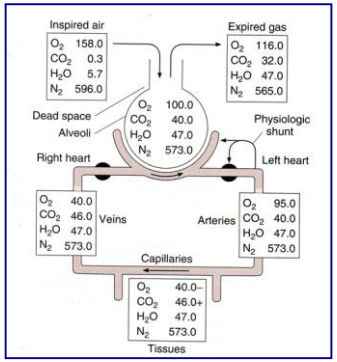
- Парциальное давление та часть давления газа, которая приходится на данный газ в смеси газов
- Например, кислород

100% ------- 760 мм рт ст

21% ------- X

$$X = \frac{760 \times 21}{100} = 159 \text{ мм рт ст}$$

область \ парциальное давление, мм Hg	O_2	CO_2
Вдыхаемый воздух	158	0,3
Альвеолы	100 (13,3 кПа)	40 (5,3 кПа)
Артерии большого круга	95	40
Капилляры тканей тела	40	46
Вены большого круга	40	46
Выдыхаемый воздух	116	32



Градиент (разница) давления для O_2 между альвеолами (100) и кровью (40) составляет 60 мм рт. ст. → → диффузия этого газа в кровь.

Напряжение CO_2 в венозной крови составляет 46 мм рт. ст. **градиент давления** равен 6 мм рт. ст. (парциальное давление CO_2 в альвеолах — 40 мм рт. ст.) в пользу крови → диффузия из крови во внешнюю среду.

Изменения газового состава воздуха.

причина	Изменения в крови и дыхании
CO (угарный газ)	Карбоксигемоглобин → плохо разъединяется с CO → угнетение дыхания
Повышенное атмосферного давления	повышение ПД O_2 и CO_2 (ныряем с аквалангом) → опасно резкое понижение атмосферного давления → «кессонная болезнь»
Пониженное атмосферного давления	снижается ПД O_2 (подъем на высоту) → увеличивается ЧД (одышка, удушье), ускоряется кровообращение (ЧСС), цианоз → «Горная болезнь»
Дефицит в крови O_2	гипоксия
Избыток в крови CO_2	Гиперкапния → ацидоз
Снижение в крови CO_2	Гипокапния → алкалоз

Кислотно-основное равновесие крови

(кислотно-щелочное состояния, КОС, КЩС, КЩР)

При накоплении **кислых** продуктов развивается **ацидоз (снижение pH),** (при сахарном диабете, почечной недостаточности, при недостатке кислорода из-за нарушения внешнего дыхания),

Постоянная концентрация водородных ионов в крови находится **на слабощелочном уровне (pH 7,4), что** обеспечивает нормальное протекание ферментативных процессов и поддерживается буферными системами:

- **белки плазмы** вместе с гемоглобином,
- **соли** — бикарбонаты и фосфаты).

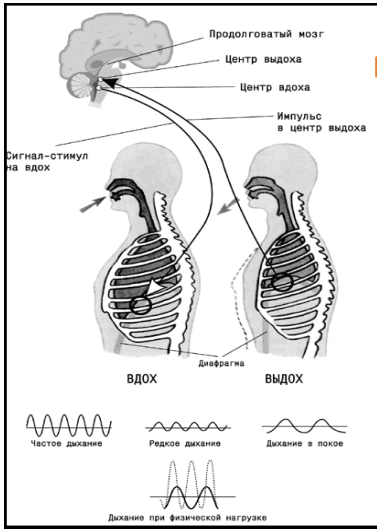
При накоплении **щелочных** продуктов развивается **алкалоз (повышение pH),** (при гипервентиляции из-за усиленного выведения углекислоты, при введении большого количества щелочных веществ).

Ацидоз **норма КОС** **Алкалоз**

Центральным регулятором деятельности системы дыхания является дыхательный центр

Понятие дыхательный центр включает в себя:

- Функциональный признак – способность регулировать работу дыхательной системы при разных условиях жизнедеятельности организма.
- Анатомический признак – структуры продолговатого мозга, формирующие дыхательный ритм.

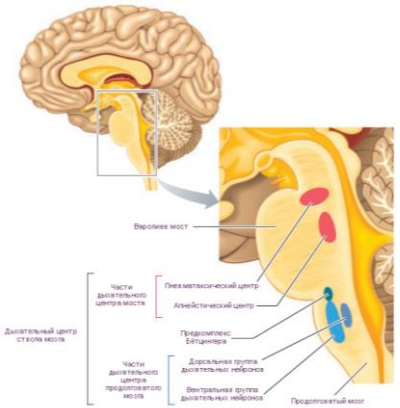


Регуляция дыхания

- Нервная регуляция
- Гуморальная регуляция

Дыхательный центр

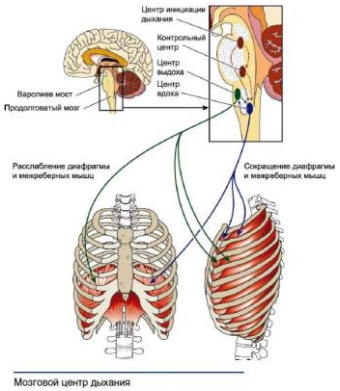
- расположен в продолговатом мозге как парное симметричное образование.
- представляет собой совокупность нейронов, обладающих сложными сетевыми взаимодействиями.
- Основным свойством дыхательного центра является автоматизм.
- координирует ритмическую активность мышц, обеспечивающих вдох и выдох.



Продолговатый мозг
- *Варолиев мост*
- *Гипоталамус и кора больших полушарий*

Дыхательный центр

- посылает импульсы к мотонейронам спинного мозга, иннервирующим дыхательные мышцы.
- Диафрагма иннервируется мотонейронами III- IV шейных сегментов спинного мозга.
- Межреберные мышцы иннервируются мотонейронами III-XII грудных сегментов спинного мозга.



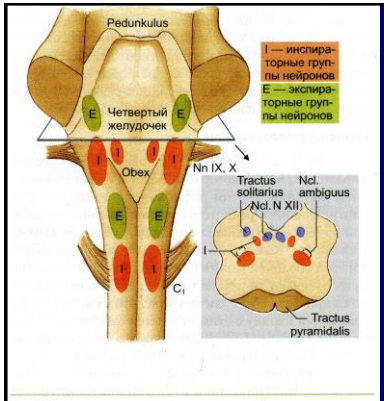


Рис. 73.1. Распределение респираторных нейронов в стволе мозга. Слева: вид на medulla oblongata после отделения малого мозга. Инспираторные (I, оранжевые) и экспираторные (E, зеленые) нейронные группы и их приблизительное расположение. В действительности они находятся внутри ретикулярной формации и их трудно отграничить. Справа: поперечный срез на данном уровне с инспираторными нейронными группами. Nn. IX, X — места выхода nn. Glossopharyngeus и Vagus. Ncl. N XII — ядра подъязычного нерва

Нейронный состав дыхательного центра

- По локализации в стволе мозга выделяют **вентральную** (область двойного ядра)и **дорсальную** (область ядра одиночного пути) группы дыхательных нейронов, **комплекс Бетцингера** и др.
- По фазе активности дыхательные нейроны делятся на **инспираторные (нейроны вдоха), экспираторные (нейроны выдоха)** и различные типы фазово-переходных нейронов.
- По функции нейроны подразделяют на нейроны, **генерирующие дыхательный ритм и нейроны, формирующие дыхательный паттерн**.

Дыхательная система включает два основных контура регулирования:

хеморецепторный и механорецепторный

- Различают центральные и периферические хеморецепторы. Основными химическими раздражителями являются ионы водорода, парциальные давления кислорода и углекислоты в артериальной крови.

Расположены в каротидном синусе, а также в в продолговатом мозге.

- Чувствительными элементами этого уровня регуляции являются рецепторы растяжения, расположенные в ткани легких, ирритатные и J-рецепторы в бронхах и трахее и механорецепторы дыхательных мышц.

Периферические хеморецепторы

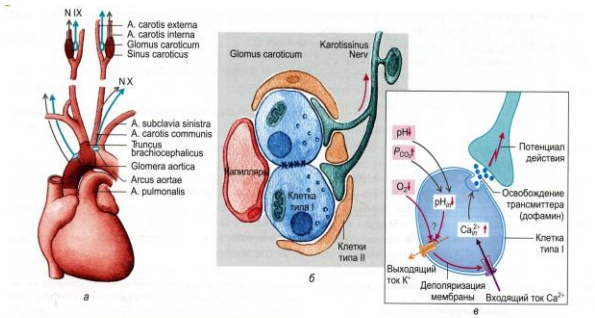
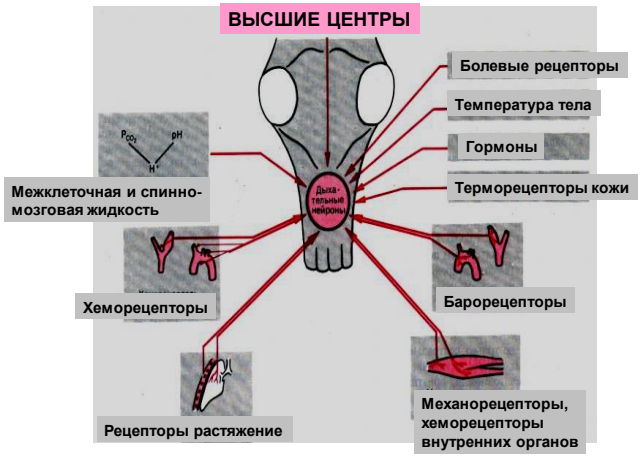


Рис. 73.3. Периферические хеморецепторы. (*а*) Каротидные тельца (glomera carotica) в месте разветвления сонной артерии получают кровь из наружной сонной артерии (a. carotis externa) и иннервируются языкоглоточным нервом (IX пара) (n. glossopharyngeus — N IX). По аортальным тельцам (glomera aortica) циркулирует кровь из аорты, и они иннервируются ветвями n. vagus (N X). Прессорецепторные области в области сонной артерии (sinus caroticus) и дуге аорты обозначены темно-коричневым цветом. (*б*) Показаны две клетки типа I с их синапсами на афферентных волокнах синусного нерва сонной артерии, причем обе окутаны глиаподобными клетками типа II и имеют тесный контакт с открытыми капиллярами. (*в*) Схематически представлены механизмы передачи сигнала с помощью трансмиттера (подробнее в тексте)

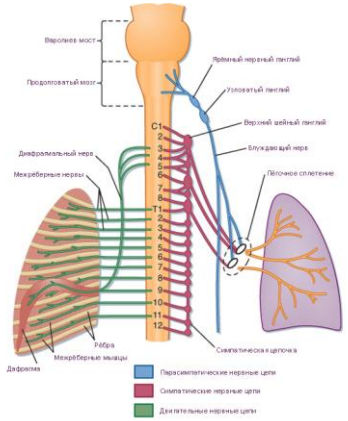


Центр дыхания обладает способностью реагировать на повышение концентрации углекислого газа в крови или спинномозговой жидкости (на снижение в этих средах концентрации кислорода он практически не реагирует). Таким образом, повышение концентрации углекислого газа в крови приводит к увеличению интенсивности дыхания.

От дыхательного центра импульсы идут в спинной мозг, который обеспечивает иннервацию дыхательных мышц.

После родов поступление O_2 в организм новорожденного прекращается, так как пуповина перевязывается. Концентрация увеличивается содержание $C0_2$, что приводит к закислению внутренней среды организма. Эти изменения регистрируются хеморецепторами дыхательного центра. Они сигнализируют изменении гомеостаза, что ведет к активации дыхательного центра. Последний посылает импульсы к дыхательным мышцам — возникает первый вдох.

Иннервация легких



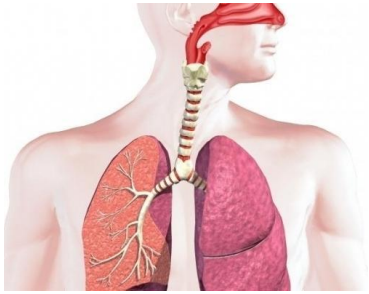
Иннервация легких осуществляется вегетативной нервной системой.
Активация симпатического отдела вызывает расширение бронхов, парасимпатического (блуждающего нерва) – сокращение гладкой мускулатуры и сужение бронхов.

Особенности регуляции дыхательной функции

- На работу дыхательного центра кроме импульсов от хемо- и механорецепторов оказывают влияние термические, зрительные, слуховые и др. соматические раздражители.
- Дыхательные нейроны чувствительны к действию нейромедиаторов и гормонов.
- Дыхание – это автономная вегетативная функция, которая может поддаваться произвольному управлению.
- Центральная нервная система может изменять параметры дыхательного ритма при реализации других функций организма: физическая нагрузка, глотание, жевание, голосообразование и т.д.
- Дыхание меняет параметры при осуществлении защитных рефлексов: рвота, кашель.
- Высшие отделы мозга позволяют регулировать дыхание при эмоциональной, психической и интеллектуальной нагрузках.

Временная рефлекторная остановка дыхания — апноэ — происходит при действии воды на область нижнего носового хода (при умывании, нырянии), а также во время акта глотания, предохраняя дыхательные пути от попадания в них воды или пищи.

При **раздражении рецепторов слизистой оболочки гортани, трахеи, бронхов** возникает защитный кашлевой рефлекс: после глубокого вдоха происходит резкое сокращение мышц выдоха; голосовая щель открывается и воздух устремляется наружу.

Раздражение чувствительных окончаний тройничного нерва, расположенных в слизистой оболочке полости носа, вызывает рефлекс чиханья. Механизм чиханья аналогичен кашлевой реакции. Раздражение рефлексогенной зоны полости носа также вызывает интенсивное слезотечение. **Слеза стекает через носослезный канал в полость носа** и, смывая раздражающее вещество, выполняет защитную функцию.

Спасибо за внимание